



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Yuichiro TAKAMIZAWA

Title: 0.75-POWER COMPUTING APPARATUS AND  
METHOD AND PROGRAM FOR USE  
THEREWITH

Appl. No.: Unassigned

Filing Date: December 31, 2001

Examiner: Unassigned

Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- Japanese Patent Application No. 2001-015171  
filed January 24, 2001.

Respectfully submitted,

Date: December 31, 2001

FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428



22428

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5407  
Facsimile: (202) 672-5399

By

*Phillip J. Articola*

for

David A. Blumenthal  
Attorney for Applicant  
Registration No. 26,257

Reg. No.  
38819

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月24日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-015171

出 願 人

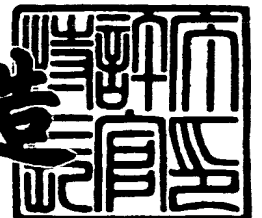
Applicant(s):

日本電気株式会社

2001年10月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3094698

【書類名】 特許願

【整理番号】 34403042

【提出日】 平成13年 1月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 19/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

    【氏名】 高見沢 雄一郎

【特許出願人】

    【識別番号】 000004237

    【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100088812

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 ▲柳▼川 信

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 030982

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9001833

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 0.75乗計算装置及び0.75乗計算方法並びにそれに用いるプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 演算結果が不定値となる要因である無限大とゼロとの乗算が発生しないように構成するようにしたことを特徴とする0.75乗計算装置。

【請求項2】 入力値の逆数を計算する逆数計算手段と、前記逆数計算手段による計算結果の $-0.5$ 乗を計算する第1の $-0.5$ 乗計算手段と、前記逆数計算手段による計算結果と前記第1の $-0.5$ 乗計算手段による計算結果との積を計算する乗算手段と、前記乗算手段による計算結果の $-0.5$ 乗を計算する第2の $-0.5$ 乗計算手段とを有することを特徴とする0.75乗計算装置。

【請求項3】 0.75乗計算値を用いる符号化手法に用いるようにしたことを特徴とする請求項2記載の0.75乗計算装置。

【請求項4】 写像変換されたオーディオ信号の0.75乗値を用いて量子化を行うオーディオ信号量子化装置に用いるようにしたことを特徴とする請求項3記載の0.75乗計算装置。

【請求項5】 演算結果が不定値となる要因である無限大とゼロとの乗算が発生しないようにしたことを特徴とする0.75乗計算方法。

【請求項6】 入力値の逆数を計算する第1のステップと、前記第1のステップによる計算結果の $-0.5$ 乗を計算する第2のステップと、前記第1のステップによる計算結果と前記第2のステップによる計算結果との積を計算する第3のステップと、前記第3のステップによる計算結果の $-0.5$ 乗を計算する第4のステップとを有することを特徴とする0.75乗計算方法。

【請求項7】 0.75乗計算値を用いる符号化手法に用いるようにしたことを特徴とする請求項6記載の0.75乗計算方法。

【請求項8】 写像変換されたオーディオ信号の0.75乗値を用いて量子化を行うオーディオ信号量子化装置に用いるようにしたことを特徴とする請求項7記載の0.75乗計算方法。

【請求項 9】 コンピュータに、演算結果が不定値となる要因である無限大とゼロとの乗算が発生しないように動作させる処理を実行させるためのプログラム。

【請求項 10】 コンピュータに、入力値の逆数を計算させる第 1 の処理と、前記第 1 の処理による計算結果の  $-0.5$  乗を計算させる第 2 の処理と、前記第 1 の処理による計算結果と前記第 2 の処理による計算結果との積を計算させる第 3 の処理と、前記第 3 の処理による計算結果の  $-0.5$  乗を計算させる第 4 の処理とを実行させるためのプログラム。

【請求項 11】  $0.75$  乗計算値を用いる符号化手法に用いるようにしたことを特徴とする請求項 10 記載のプログラム。

【請求項 12】 写像変換されたオーディオ信号の  $0.75$  乗値を用いて量子化を行うオーディオ信号量子化装置に用いるようにしたことを特徴とする請求項 11 記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は  $0.75$  乗計算装置及び  $0.75$  乗計算方法並びにそれに用いるプログラムに関し、特にオーディオ信号量子化方法に用いる  $0.75$  乗計算方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、オーディオ符号化方式としては、国際標準方式である MPEG (Moving Picture Experts Group) -2 AAC (Advanced Audio Coding) 規格の詳細が、“Information Technology-Generic coding of moving pictures and associated audio, Part 7: Advanced Audio Coding, AAC” (1997 年) に記載されている。

【0003】

MPEG-2 AACの符号化装置の構成を図3に示す。このMPEG-2 AACに代表される従来のオーディオ符号化装置は一般に、入力オーディオ信号に写像変換を施して写像信号を生成する写像変換部11と、入力オーディオ信号に対して聴覚特性を模した分析を行って量子化精度を計算する心理聴覚分析部12と、量子化精度にしたがって写像信号を量子化する量子化部13と、量子化精度や量子化された写像信号等を多重化してビットストリームを生成するビットストリーム生成部14とから構成されている。

## 【0004】

写像変換部11は入力オーディオ信号に写像変換を施して写像信号を生成し、量子化部13へ出力する。MPEG-2 AACでは写像変換として修正離散余弦変換(MDCT: Modified Discrete Cosine Transform)が用いられている。心理聴覚分析部12は入力オーディオ信号に対して聴覚特性を模した分析を行って量子化精度を計算し、その量子化精度を量子化部13へ出力する。

## 【0005】

量子化部13は心理聴覚分析部12が求めた量子化精度に応じた量子化を行い、量子化値をビットストリーム生成部14へ出力する。ビットストリーム生成部14は量子化値をハフマン符号化した後に、量子化精度等の復号時に必要となる副情報とともに多重化し、ビットストリームを形成して出力する。

## 【0006】

ここで、量子化部13以外の各ブロックの詳細については、上述のMPEG-2 AAC規格書等に記述されて広く知られているため、それら各ブロックの説明については省略する。

## 【0007】

量子化部13では写像変換部11が出力する写像信号M、心理聴覚分析部12が求めた量子化精度( $2^N$ )を用いて、

$$L = \text{INT}((\text{ABS}(M) \cdot 2^N)^{0.75} + 0.4054) \quad \dots\dots (1)$$

という計算式で量子化を行い、量子化値Lを得る。ここで、ABS(Z)はZの絶対値を返す関数、INT(Z)はZの小数点以下を切り捨てて整数部分を返す

関数である。

【0008】

(1) 式では写像変換部 11 が出力する写像信号 M に対し、まず、その絶対値  $ABS(M)$  を求める。次に、その絶対値  $ABS(M)$  に対して心理聴覚分析部 12 が求めた量子化精度である ( $2^N$ ) を乗じ、その乗算結果を 0.75 乗し、最後に 0.4054 を加算して整数化して量子化値 L を求める。

【0009】

この (1) 式はオーディオ信号を符号化する際、実行される回数が多く、多くの演算量を必要とする。特に、0.75 乗の計算が演算量の大部分を占めるため、演算量の低減、装置の小型化には 0.75 乗計算の効率化が不可欠となる。

【0010】

従来、上記の 0.75 乗の効率的な計算方法としては以下に示す 2 つの方法が知られている。第 1 の方法を図 4 及び図 5 に示す。図 4 は従来 of 効率的な 0.75 乗計算装置の構成を示すブロック図、図 5 はその計算手順を示すフローチャートである。

【0011】

図 4 に示す従来 of 効率的な 0.75 乗計算装置は、第 1 の 0.5 乗計算手段 21 と、乗算手段 22 と、第 2 の 0.5 乗計算手段 23 とから構成されている。第 1 の 0.5 乗計算手段 21 は入力値 A の 0.5 乗を計算し (図 5 ステップ S11)、その演算結果  $B (= A^{0.5})$  を乗算手段 22 へ出力する。

【0012】

乗算手段 22 は第 1 の 0.5 乗計算手段 21 が出力した演算結果 B と入力値 A との積を求め (図 5 ステップ S12)、その演算結果  $C (= A \times B)$  を第 2 の 0.5 乗計算手段 23 へ出力する。

【0013】

第 2 の 0.5 乗計算手段 23 は乗算手段 22 が出力した演算結果 C の 0.5 乗を計算し (図 5 ステップ S13)、その演算結果  $D (= C^{0.5})$  を出力する。上記のようにして求められた演算結果 D の値が、入力値 A の 0.75 乗の値となっている。

## 【0014】

現在、パーソナルコンピュータのCPU（中央処理装置）として広く用いられているマイクロプロセッサ素子上に、上記の方法を実装した場合に必要なクロック数（演算量）を考える。このマイクロプロセッサ素子が0.5乗の計算（SQRT命令）に最低29クロック、乗算（MUL命令）に5クロック必要とすると、図5に示す計算手順では、 $(29 + 5 + 29) = 63$ クロックが必要となる。

## 【0015】

このクロック数をさらに低減する方法として、第2の方法を図6及び図7に示す。図6は従来の効率的な0.75乗計算装置の構成を示すブロック図、図7はその計算手順を示すフローチャートである。

## 【0016】

図6に示す従来の効率的な0.75乗計算装置は第1の-0.5乗計算手段31と、第1の乗算手段32と、第2の-0.5乗計算手段33と、第2の乗算手段34と、不定値置換手段35とから構成されている。

## 【0017】

第1の-0.5乗計算手段31は入力値Aの-0.5乗を計算し（図7ステップS21）、その演算結果B（ $= A^{-0.5}$ ）を第1の乗算手段32と第2の-0.5乗計算手段33とに出力する。第1の乗算手段32は第1の-0.5乗計算手段31が出力した演算結果Bと入力値Aとの積を求め（図7ステップS22）、その演算結果C（ $= A \times B$ ）を第2の乗算手段34へ出力する。

## 【0018】

第2の-0.5乗計算手段33は第1の-0.5乗計算手段31が出力した演算結果Bの-0.5乗を計算し（図7ステップS23）、その演算結果D（ $= B^{-0.5}$ ）を出力する。第2の乗算手段34は第1の乗算手段32が出力した演算結果Cと、第2の-0.5乗計算手段33が出力した演算結果Dとの積を計算し（図7ステップS24）、その演算結果E（ $= C \times D$ ）を出力する。上記のようにして求められたEの値が、入力値Aの0.75乗の値となっている。

## 【0019】



この方法を上記のマイクロプロセッサ素子上に実装した場合、 $-0.5$ 乗の計算（RSQRT命令）に2クロック、乗算（MUL命令）に5クロック必要とすると、図7に示す計算手順では、 $(2 + 5 + 2 + 5) = 14$ クロックが必要となる。もし、演算に互いに依存性がないステップS22とステップS23とを同時並列に実行することができた場合、 $(2 + 5 + 5) = 12$ クロックが必要となる。

#### 【0020】

この第2の方法を用いることによって、第1の方法を用いる場合と比較して、必要クロック数（演算量）を64クロックから12クロックへと低減することができる。しかしながら、第2の方法では、入力値Aがゼロであった時に問題が発生する。

#### 【0021】

この方法を上記のマイクロプロセッサ素子上に実装した場合、 $-0.5$ 乗を計算するRSQRT命令が近似計算であるため、0（ゼロ）の $-0.5$ 乗の演算結果は無限大を表す特殊値となる。よって、ステップS21において演算結果Bの値は無限大を表す特殊値となる。

#### 【0022】

さらに、無限大と0（ゼロ）との乗算結果は不定値となるため、ステップS22において演算結果Cの値は不定値を表す特殊値となる。ステップS24においては、乗算の一方である演算結果Cが不定値であるため、乗算結果Eも不定値を表す特殊値となる。

#### 【0023】

したがって、入力値Aがゼロの場合に限り、0.75乗の演算結果をゼロに置き換える処理、あるいは演算結果が不定値であれば演算結果をゼロに置き換える処理（図6の不定値置換手段34及び図7ステップS25、S26）が必要となる。この処理には条件判定命令が必要であり、一般に、多くのクロック数を必要とする。

#### 【0024】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の0.75乗計算装置では、入力値がゼロである場合に条件判定処理が必要となるため、演算量が多くなるという問題がある。

## 【0025】

そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、演算量を低減することができ  
る0.75乗計算装置及び0.75乗計算方法並びにそれに用いるプログラムを  
提供することにある。

## 【0026】

## 【課題を解決するための手段】

本発明による0.75乗計算装置は、演算結果が不定値となる要因である無限  
大とゼロとの乗算が発生しないように構成するようにしている。

## 【0027】

本発明による他の0.75乗計算装置は、入力値の逆数を計算する逆数計算手  
段と、前記逆数計算手段による計算結果の $-0.5$ 乗を計算する第1の $-0.5$   
乗計算手段と、前記逆数計算手段による計算結果と前記第1の $-0.5$ 乗計算手  
段による計算結果との積を計算する乗算手段と、前記乗算手段による計算結果の  
 $-0.5$ 乗を計算する第2の $-0.5$ 乗計算手段とを備えている。

## 【0028】

本発明による0.75乗計算方法は、演算結果が不定値となる要因である無限  
大とゼロとの乗算が発生しないようにしている。

## 【0029】

本発明による他の0.75乗計算方法は、入力値の逆数を計算する第1のステ  
ップと、前記第1のステップによる計算結果の $-0.5$ 乗を計算する第2のステ  
ップと、前記第1のステップによる計算結果と前記第2のステップによる計算結  
果との積を計算する第3のステップと、前記第3のステップによる計算結果の $-$   
 $0.5$ 乗を計算する第4のステップとを備えている。

## 【0030】

本発明による0.75乗計算装置に用いるプログラムは、コンピュータに、演  
算結果が不定値となる要因である無限大とゼロとの乗算が発生しないように動作  
させる処理を実行させている。

## 【0031】

本発明による他の0.75乗計算装置に用いるプログラムは、コンピュータに、入力値の逆数を計算させる第1の処理と、前記第1の処理による計算結果の-0.5乗を計算させる第2の処理と、前記第1の処理による計算結果と前記第2の処理による計算結果との積を計算させる第3の処理と、前記第3の処理による計算結果の-0.5乗を計算させる第4の処理とを実行させている。

## 【0032】

すなわち、本発明のオーディオ信号量子化装置は、逆数計算手段と、第1の-0.5乗計算手段と、乗算手段と、第2の-0.5乗計算手段とを備え、演算結果が不定値となる要因である無限大とゼロとの乗算が発生しないように計算手段を構成している。これによって、入力値がゼロの場合でも、特殊処理が要らなくなるため、量子化計算の演算量を低減することが可能となる。

## 【0033】

## 【発明の実施の形態】

次に、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例による0.75乗計算装置の構成を示すブロック図である。図1において、0.75乗計算装置1は逆数計算手段2と、第1の-0.5乗計算手段3と、乗算手段4と、第2の-0.5乗計算手段5と、外部に接続されるプログラム記憶媒体6とから構成され、プログラム記憶媒体6に格納されたプログラムを実行することで上述した(1)式の量子化計算式における0.75乗の計算を行う。

## 【0034】

図2は本発明の一実施例による0.75乗計算装置1の計算手順を示すフローチャートである。これら図1及び図2を参照して本発明の一実施例による0.75乗計算装置1の計算手順について説明する。この0.75乗計算装置1の計算手順は上記のプログラム記憶媒体6に格納されたプログラムを実行することで実現される。

## 【0035】

逆数計算手段2は入力値Aの逆数を計算し(図2ステップS1)、その演算結果 $B (= A^{-1})$ を第1の-0.5乗計算手段3と乗算手段4とに出力する。第1

の $-0.5$ 乗計算手段3は入力値Aの $-0.5$ 乗を計算し(図2ステップS2)、その演算結果C( $=A^{-0.5}$ )を乗算手段4へ出力する。

## 【0036】

乗算手段4は逆数計算手段2が出力した演算結果Bと第1の $-0.5$ 乗計算手段が出力した演算結果Cとの積を計算し(図2ステップS3)、その演算結果D( $=B \times C$ )を第2の $-0.5$ 乗計算手段5へ出力する。

## 【0037】

第2の $-0.5$ 乗計算手段5は乗算手段4が出力した演算結果Dの $-0.5$ 乗を計算し(図2ステップS4)、その演算結果E( $=D^{-0.5}$ )を出力する。このようにして第2の $-0.5$ 乗計算手段5で求められた演算結果Eの値が入力値Aの $0.75$ 乗の値となっている。

## 【0038】

このように、演算結果が不定値となる要因である無限大とゼロとの乗算が発生しないように構成することによって、入力値Aがゼロの場合に特別な処理を必要とせず、量子化処理における演算量的ボトルネックである $0.75$ 乗の計算を低演算量で実現することができる。

## 【0039】

本実施例の方法を上述したパーソナルコンピュータのCPU(中央処理装置)として広く用いられているマイクロプロセッサ素子上に実装し、入力値Aがゼロであった場合、ステップS1において演算結果Bの値が無限大を表す特殊値となる。

## 【0040】

また、ステップS2においても演算結果Cの値が無限大を表す特殊値となり、ステップS3でも無限大と無限大との乗算であるため、演算結果Dの値が無限大となる。そして、ステップS4では無限大の $-0.5$ 乗がゼロとなるため、最終的な演算結果がゼロとなる。したがって、従来、必要であった入力値がゼロの際の特殊処理が不要となり、演算量を低減することができる。

## 【0041】

この方法をマイクロプロセッサ素子上に実装した場合、逆数の計算(RCP命

令)に2クロック、 $-0.5$ 乗の計算(RSQRT命令)に2クロック、乗算(MUL命令)に5クロック必要とすると、図2に示す計算手順では、 $(2+2+5+2)=11$ クロックで $0.75$ 乗の計算を実現することができる。

#### 【0042】

もし、演算が互いに依存性のないステップS1とステップS2とを同時並列に実行することができると、 $(2+5+2)=9$ クロックで $0.75$ 乗計算を実現することができる。このようにして、演算量が大きな量子化計算の演算量を低減することができる。

#### 【0043】

本実施例では量子化処理に(1)式を用いるMPEG-2 AACを例に、量子化計算における $0.75$ 乗計算の演算量の低減手法について説明したが、 $0.75$ 乗計算を用いる他の処理や符号化手法においても利用することができる。その代表例としては、国際標準オーディオ符号化方式であるMP3(MPEG-1 Audio Layer 3)方式における量子化処理を挙げることができる。

#### 【0044】

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、演算結果が不定値となる要因である無限大とゼロとの乗算が発生しないようにすることによって、演算量を低減することができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の一実施例による $0.75$ 乗計算装置の構成を示すブロック図である。

#### 【図2】

図1に示す $0.75$ 乗計算装置の計算手順を示すフローチャートである。

#### 【図3】

従来のオーディオ符号化装置の構成を示すブロック図である。

#### 【図4】

従来の $0.75$ 乗計算装置の構成例を示すブロック図である。

#### 【図5】

図 4 に示す 0. 7 5 乗計算装置の計算手順を示すフローチャートである。

【図 6】

従来の 0. 7 5 乗計算装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図 7】

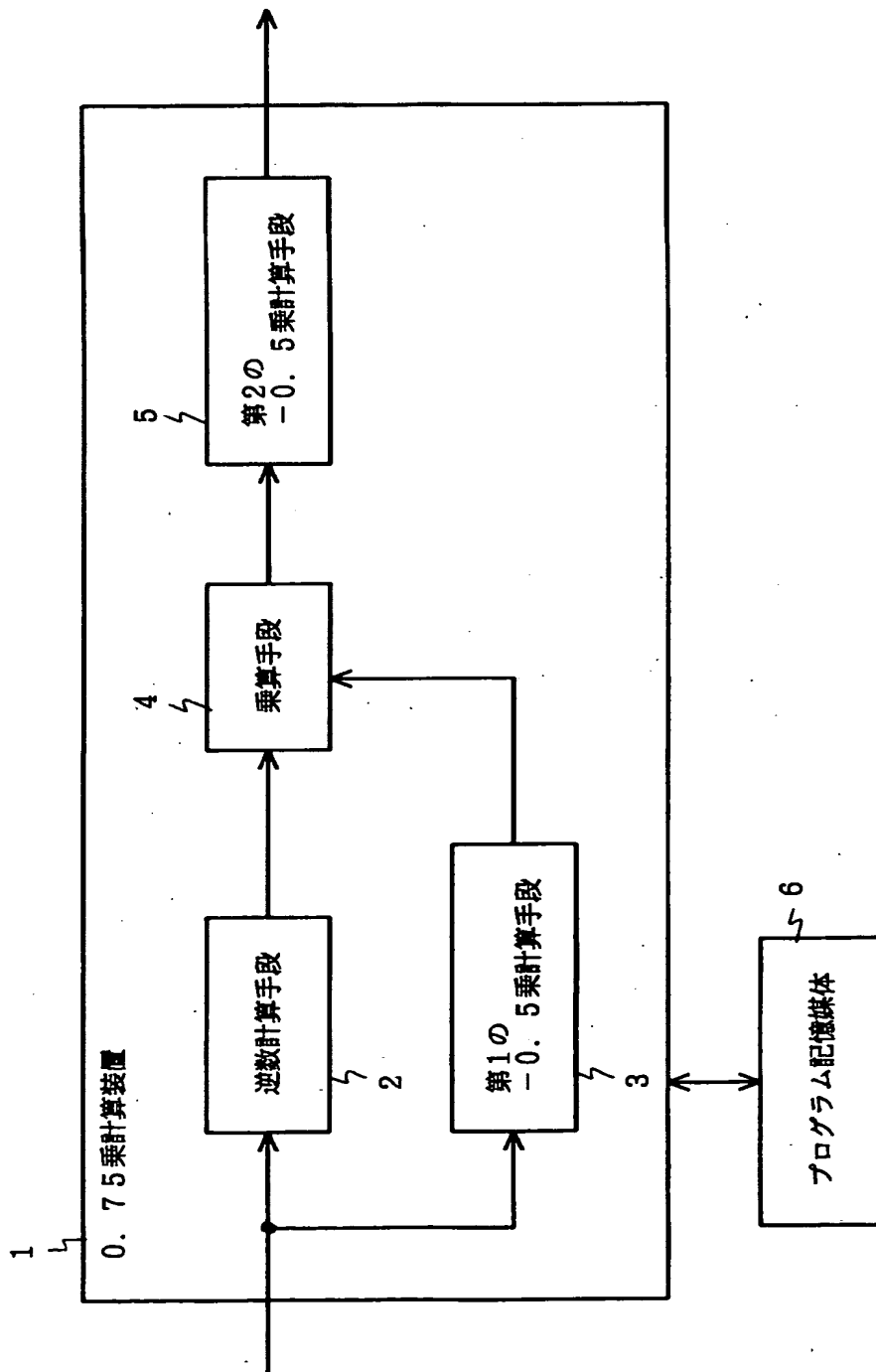
図 6 に示す 0. 7 5 乗計算装置の計算手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

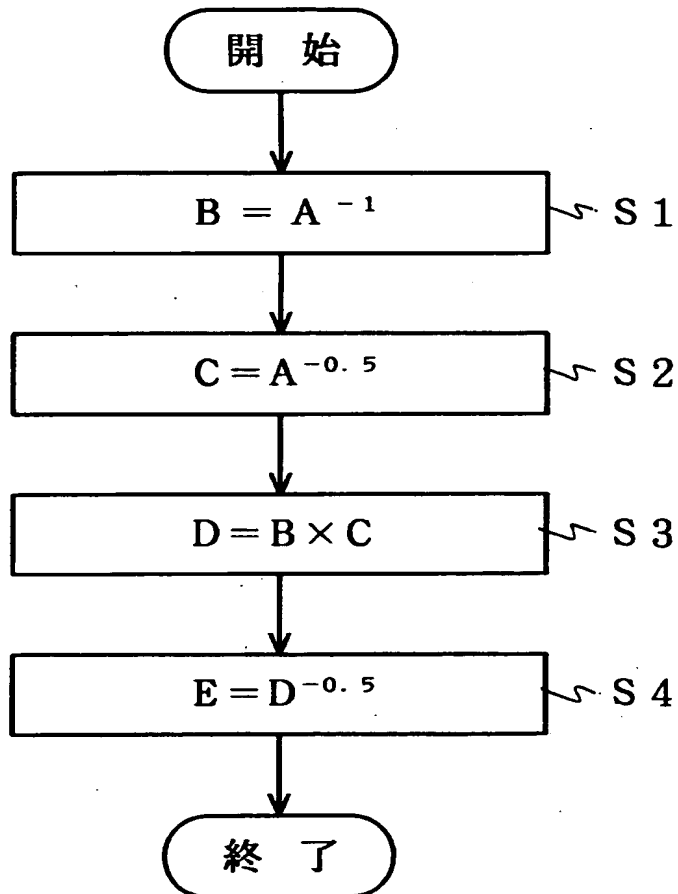
- 1 0. 7 5 乗計算装置
- 2 逆数計算手段
- 3 第 1 の - 0. 5 乗計算手段
- 4 乗算手段
- 5 第 2 の - 0. 5 乗計算手段
- 6 プログラム記憶媒体

【書類名】 図面

【図 1】

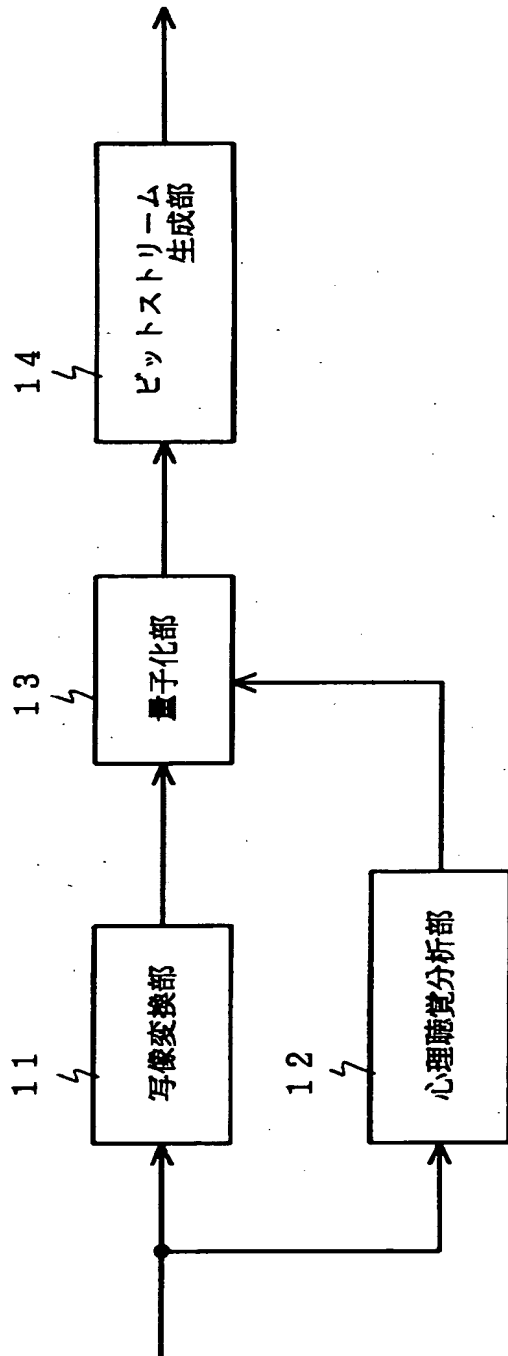


【図 2】

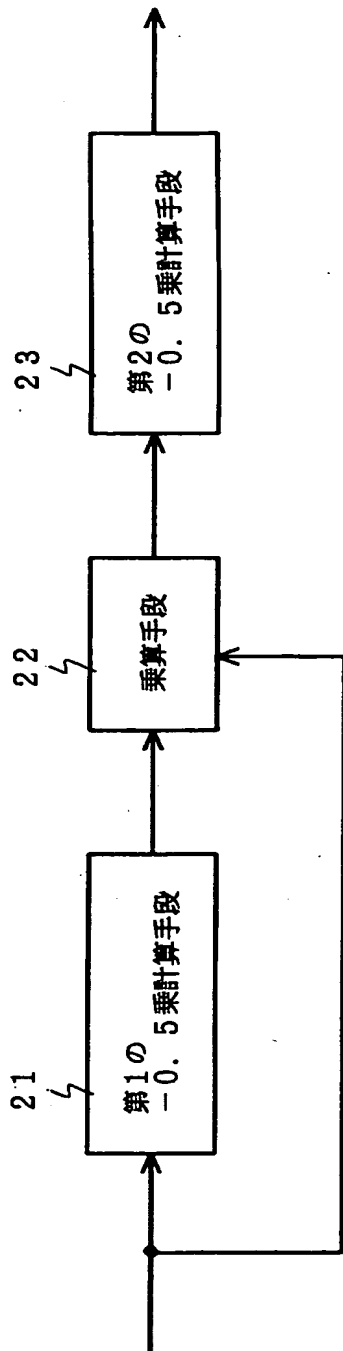




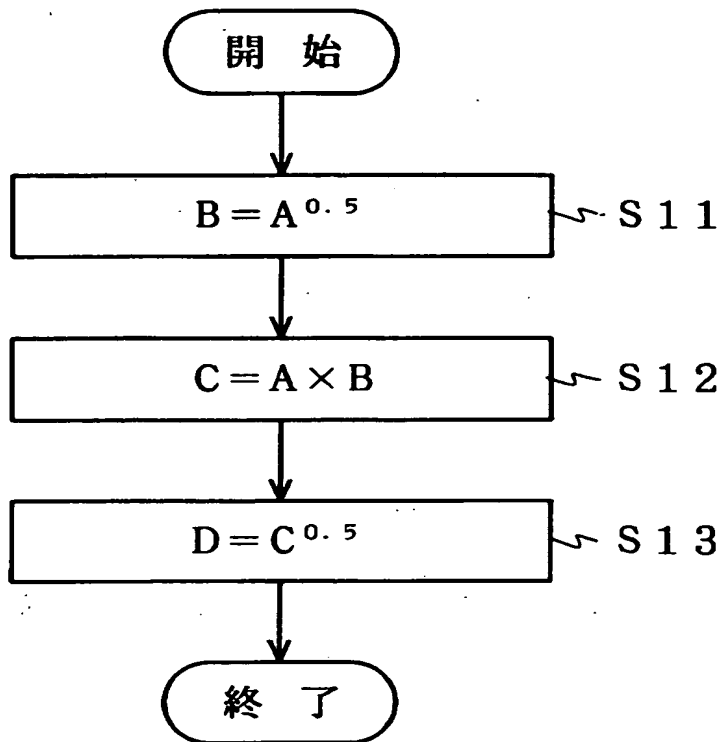
【図 3】



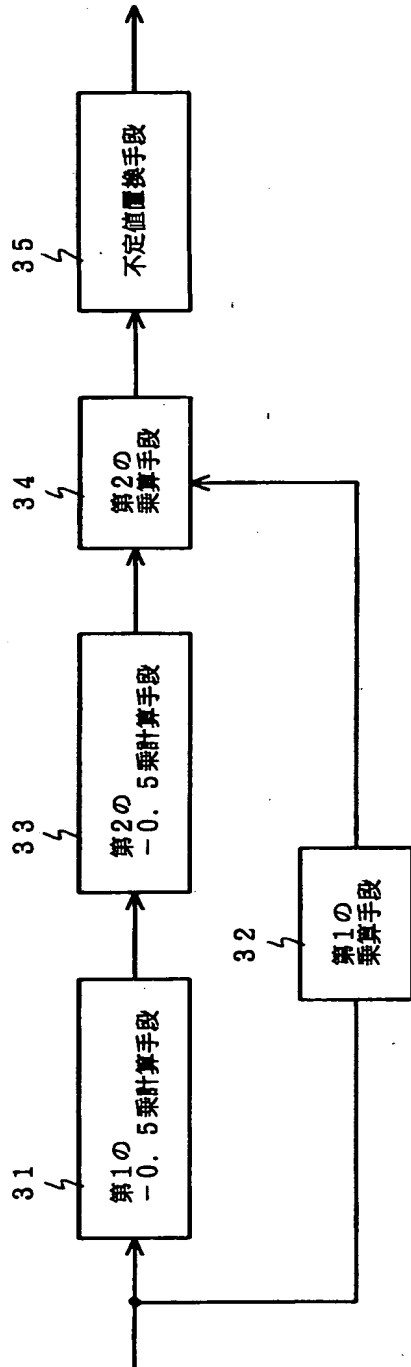
【図 4】



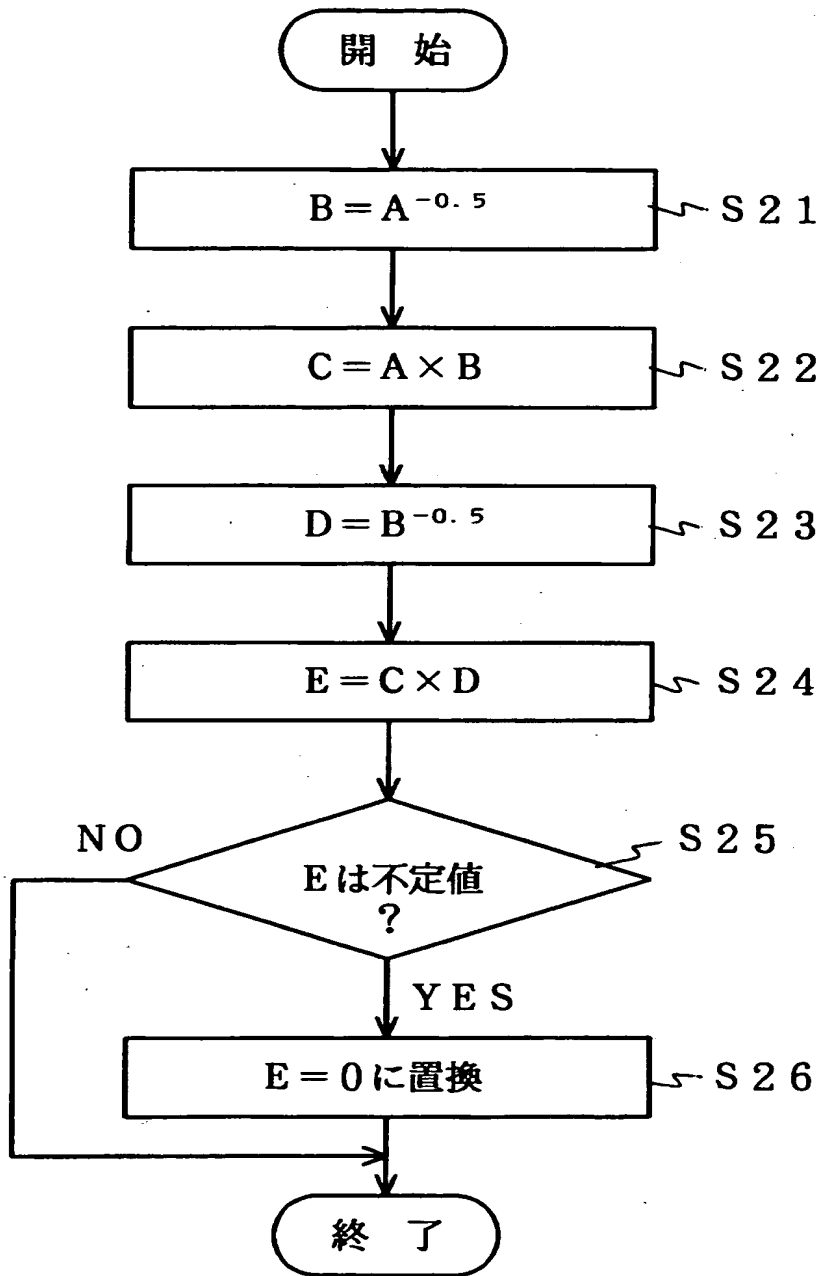
【図 5】



【図6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 演算量を低減可能なオーディオ信号量子化装置を提供する。

【解決手段】 0.75乗計算装置1は逆数計算手段2と、第1の-0.5乗計算手段3と、乗算手段4と、第2の-0.5乗計算手段5と、外部に接続されるプログラム記憶媒体6とから構成され、プログラム記憶媒体6に格納されたプログラムを実行することで量子化計算式における0.75乗の計算を行う。逆数計算手段2と第1の-0.5乗計算手段3と乗算手段4と第2の-0.5乗計算手段5とは演算結果が不定値となる要因である無限大とゼロとの乗算が発生しないよう動作する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社